

Informações Agronômicas de Variedades de Milho no Meio-Norte do Brasil: Ano Agrícola 2017/2018



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Meio-Norte
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
129**

**Informações Agronômicas de
Variedades de Milho no Meio-Norte
do Brasil: Ano Agrícola 2017/2018**

*Milton José Cardoso
Lauro José Moreira Guimarães
Paulo Evaristo de Oliveira Guimarães
Roberto dos Santos Trindade
Leonardo Melo Pereira Rocha
Valdemício Ferreira de Sousa
Boanerges Siqueira d'Albuquerque Junior
Francisco Araújo Machado
Jefferson Douglas Martins Ferreira*

***Embrapa Meio-Norte
Teresina, PI
2021***

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Meio-Norte
Av. Duque de Caxias, 5.650, Bairro Buenos Aires
Caixa Postal 01
CEP 64008-480, Teresina, PI
Fone: (86) 3198-0500
Fax: (86) 3198-0530
www.embrapa.br/meio-norte]
Serviço de Atendimento ao Cidadão(SAC)
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente
Rosa Maria Cardoso Mota de Alcantara

Secretário-Executivo
Jeudys Araújo de Oliveira

Membros
*Ligia Maria Rolim Bandeira, Edvaldo Sagrilo,
Orlane da Silva Maia, Luciana Pereira dos Santos
Fernandes, Francisco Jose de Seixas Santos, Paulo
Henrique Soares da Silva, João Avelar Magalhães,
Paulo Fernando de Melo Jorge Vieira, Alexandre
Kemenes, Ueliton Messias, Marcos Emanuel da
Costa Veloso, Jose Alves da Silva Câmara*

Supervisão editorial
Ligia Maria Rolim Bandeira

Revisão de texto
Francisco de Assis David da Silva

Normalização bibliográfica
Orlane da Silva Maia

Tratamento das ilustrações
Jorimá Marques Ferreira

Editoração eletrônica
Jorimá Marques Ferreira

Foto da capa
Milton José Cardoso

1ª edição
1ª impressão (2021): formato digital

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Meio-Norte

Informações agrônômicas de variedades de milho no Meio-Norte do Brasil : ano agrícola 2017/2018 / Milton
José Cardoso... [et al.]. - Teresina : Embrapa Meio-Norte, 2021.
PDF (28 p.) : il. ; 16 cm x 22 cm. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Meio-Norte,
ISSN 1413-1455 ; 129).

1. Variedade. 2. Híbrido. 3. Interação genética. 4. Zea mays. I. Cardoso, Milton José. II. Embrapa Meio-
Norte. III. Série.

CDD 633.15 (21. ed.)

Orlane da Silva Maia (CRB 3/915)

© Embrapa, 2021

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução.....	8
Material e Métodos	9
Resultados e Discussão	12
Conclusões.....	26
Referências	27

Informações Agronômicas de Variedades de Milho no Meio-Norte do Brasil: Ano Agrícola 2017/2018

Milton José Cardoso¹

Lauro José Moreira Guimarães²

Paulo Evaristo de Oliveira Guimarães³

Roberto dos Santos Trindade⁴

Leonardo Melo Pereira Rocha⁵

Valdemício Ferreira de Sousa⁶

Boanerges Siqueira d'Albuquerque Junior⁷

Francisco Araújo Machado⁸

Jefferson Douglas Martins Ferreira⁹

RESUMO - O objetivo deste trabalho é conhecer o desempenho agrônomo de genótipos de milho, quando submetidos a diferentes condições ambientais do Meio-Norte brasileiro (Teresina e Santa Rosa, PI; Brejo e Magalhães de Almeida, MA) no ano agrícola de 2017/2018. Para isso, procedeu-se à avaliação de 36 genótipos em uma rede experimental do ensaio de variedade centro, utilizando-se o delineamento

¹Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI

²Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento Vegetal, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

³Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento Vegetal, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

⁴Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento Vegetal, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

⁵Engenheiro-agrônomo, mestre, analista da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

⁶Engenheiro-agrônomo, doutor em Irrigação e Drenagem, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI

⁷Engenheiro-agrônomo, doutor em Irrigação e Drenagem, professor dedicação exclusiva da Universidade Estadual do Piauí, Teresina, PI

⁸Engenheiro-agrônomo, doutor em Irrigação e Drenagem, professor dedicação exclusiva da Universidade Estadual do Piauí, Teresina, PI

⁹Engenheiro-agrônomo, doutorando em Nutrição Animal, Universidade Federal do Piauí – UFPI, Teresina, PI.

experimental em blocos ao acaso, com duas repetições. Detectaram-se diferenças entre os genótipos e os ambientes e comportamento inconsistente desses genótipos na média dos ambientes. As maiores produtividades de grãos, acima da média dos locais, foram observadas nos municípios de Teresina, PI (29,94%) e de Santa Rosa do Piauí, PI (19,10%), onde é verificado estresse hídrico moderado nas fases V6-V8 e R4 (Teresina, PI) e R3 e R5 (Santa Rosa do Piauí, PI). No município de Brejo, MA, onde ocorreu estresse hídrico moderado nas fases VT e R5 e R6 é observada redução de 6,37% em relação à média dos ambientes e de 42,65% (estresse hídrico severo na fase V6-VT e moderado na fase R5-R6) no município de Magalhães de Almeida, MA. Em todos os locais, a eficiência do uso da água é afetada pelo estresse hídrico, que variou em média de 1,42 kg m⁻³ (Teresina, PI) a 0,54 kg m⁻³ (Magalhães de Almeida, MA).

Palavras-chave: *Zea mays*; Variedade; Híbrido; Interação genótipo x ambiente.

Agronomic Information of Maize Varieties in Middle-Brazil: Agricultural Year 2017/2018

Abstract - The objective of this work is to know the agronomic performance of corn genotypes when submitted to different environmental conditions in the Brazilian Mid-North (Teresina and Santa Rosa, PI; Brejo and Magalhaes de Almeida, MA) in agricultural year 2017/2018 . To this end, 36 genotypes were evaluated in an experimental network of the center variety assay, using a randomized block design with two replications. Differences were detected between genotypes and environments and inconsistent behavior of these genotypes in the average of the environments. The highest grain yields, above the local average, were observed in the municipalities of Teresina, PI, (29.94%) and Santa Rosa do Piaui, PI, (19.10%), where moderate water stress is observed in phases V6 -V8 and R4 (Teresina, PI) and R3 and R5 (Santa Rosa do Piaui, PI). In the municipality of Brejo, MA, where moderate water stress occurred in the VT and R5 and R6 phases, a reduction of 6.37% in relation to the average of the environments and of 42.65% (severe water stress in the V6-VT phase and moderate in phase R5-R6) in the municipality of Magalhaes de Almeida, MA. In all locations, water use efficiency is affected by water stress, which varied from an average of 1.42 kg m⁻³ (Teresina, PI) to 0.54 kg m⁻³ (Magalhaes de Almeida, MA).

Keywords - Zea mays. Variety. Hybrid. Genotype x environment interaction.

Introdução

A disponibilidade hídrica pode ser o fator determinante do desenvolvimento e da produtividade dos vegetais, podendo retardar ou paralisar o crescimento vegetativo, bem como atrasar o desenvolvimento reprodutivo das plantas (Fancelli, 2002; Shao et al., 2008). No Brasil, as oscilações nas safras de milho estão associadas à disponibilidade de água, principalmente no período crítico da cultura, desde o pendoamento até o início do enchimento de grãos (Matzenauer, 1994; Bergonci et al., 2001; Bergamaschi et al., 2004). Deficit hídrico por uma semana durante o florescimento pode reduzir em 50% o rendimento de grãos, e se posterior à polinização, diminuir em 30% (Nickell, 1983; Bergamaschi et al., 2001).

Na agricultura de sequeiro, a irregularidade na distribuição das chuvas é uma das maiores limitações à produção de alimentos no Meio-Norte do Brasil. Como a disponibilidade de recursos hídricos para a agricultura vem diminuindo, o desenvolvimento de cultivares tolerantes à seca e mais eficientes no uso da água tem sido uma preocupação global. Mesmo as regiões agrícolas mais produtivas apresentam curtos períodos de estiagem em quase todos os anos e, ocasionalmente, sofrem com deficiências hídricas severas.

Em experimento para avaliação de genótipos de milho tanto em condições normais quanto com deficiência hídrica no florescimento, observou-se substancial redução de produtividade, embora alguns genótipos tenham demonstrado tolerância a condições de anormalidade hídrica (Andrade et al., 2015). Esse resultado tem sido atribuído ao fato de que a deficiência hídrica na cultura de milho, tanto antes quanto durante o florescimento, causa retardamento no florescimento feminino e, por consequência, ocorre um aumento do intervalo entre o florescimento masculino e o feminino (Betrán et al., 2003; Lima, 2006), estando altamente correlacionado com a redução da produtividade de grãos em condições de deficiência hídrica (Bolanos;

Edmeades, 1993; Cárcova et al., 2000). Segundo Magalhães et al. (2002), um período de 2 dias de estresse hídrico durante o florescimento pode diminuir o rendimento em mais de 20%, ao passo que a duração entre 4 e 8 dias diminui seu rendimento em mais de 50%.

A presença de estresses abióticos, entre eles a deficiência hídrica, pode contribuir para a identificação de genótipos de milho com tolerância à seca, podendo trazer melhorias no crescimento e na produtividade da cultura em regiões com limitação hídrica (Li et al., 2009), haja vista que o milho é caracterizado pela sua alta sensibilidade a esse estresse (Welcker et al., 2007).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho produtivo de 36 genótipos de milho em diferentes ambientes do Meio-Norte brasileiro.

Material e Métodos

Os experimentos foram distribuídos nos municípios de Teresina, PI (mesorregião do centro-norte piauiense e microrregião de Teresina); Santa Rosa do Piauí (mesorregião do sudeste piauiense e microrregião de Picos); Brejo, MA (mesorregião do leste maranhense e microrregião de Chapadinha); e Magalhães de Almeida, MA (mesorregião do leste maranhense e microrregião do Baixo Parnaíba maranhense). Os ambientes contemplados estão localizados entre as coordenadas geográficas 03°20'S em Magalhães de Almeida, MA e 06°36'S em Santa Rosa do Piauí, PI, com altitude que varia de 69 m em Teresina, PI a 130 m em Brejo, MA (Tabela 1); dados obtidos por GPS, cujas características químicas do solo foram definidas, após análise das amostras de solos realizada no Laboratório de Solos da Embrapa Meio-Norte (Tabela 2).

Tabela 1. Coordenadas geográficas dos ambientes onde foram conduzidos os ensaios de avaliação de variedade centro de milho. Ambiente 1 (Teresina, PI), Ambiente 2 (Santa Rosa do Piauí, PI), Ambiente 3 (Brejo, MA) e Ambiente 4 (Magalhães de Almeida, MA).

Local	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Tipo de solo
Ambiente 1	05°02'	42°47'	69	Neossolo Flúvico
Ambiente 2	06°36'	42°16'	280	Latossolo Amarelo
Ambiente 3	03°43'	42°48'	130	Argissolo Amarelo
Ambiente 4	03°20'	42°19'	120	Latossolo Amarelo

Fonte: Adaptada de Santos et al. (2013) e Melo et al. (2014), para tipo de solo.

Tabela 2. Características químicas dos solos dos ambientes onde foram conduzidos os ensaios. Ano agrícola 2017/2018.

Município	pH H ₂ O 1 p/ 2,5	P mg dm ⁻³	K ⁺ ----- cmol _c dm ⁻³	Ca ²⁺ cmol _c dm ⁻³	Mg ²⁺ ----- cmol _c dm ⁻³	Al ³⁺ ----- cmol _c dm ⁻³	V %	MO g/kg
Ambiente 1	5,3	13,2	0,43	4,01	1,18	0,00	53,2	12,4
Ambiente 2	5,4	6,0	0,14	3,10	1,40	0,01	52,5	10,31
Ambiente 3	6,3	16,4	0,37	4,02	1,39	0,00	64,6	19,0
Ambiente 4	6,3	17,9	0,32	3,63	0,98	0,00	58,3	15,5

Informações gerais sobre os experimentos

Em todos os ambientes, utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com duas repetições. As parcelas foram compostas por duas fileiras de 5 metros de comprimento espaçadas de 0,50 m. Os tratamentos consistiram de 36 genótipos de milho.

Nos municípios do leste maranhense, o plantio foi feito durante a primeira semana de fevereiro de 2018. No centro-norte piauiense e sudeste piauiense, o plantio ocorreu na segunda semana de janeiro de 2018. As adubações de fundação, de modo geral, corresponderam a 150 kg de ureia,

400 kg de superfosfato simples e 100 kg cloreto de potássio por hectare. Por ocasião da sexta folha, foi feita uma cobertura com 400 kg de sulfato de amônio por hectare.

As precipitações durante o ciclo da cultura foram suficientes para um bom desenvolvimento das plantas, entretanto ocorreram estresses hídricos de moderado a severo principalmente nos municípios maranhenses (Tabela 3).

Tabela 3. Ocorrências de estresse hídrico nas áreas de experimentos com milho (variedade centro), em ambientes do Meio-Norte brasileiro. Ano agrícola 2017/2018.

Local	Estádios Vegetativos						P (mm)	PG (kg ha ⁻¹)	EUA (kg m ⁻³)
	V6 – V8	V6-VT	R3	R4	R5	R5-R6			
Teresina (PI)		SHM		SHM			600	8.470	1,41
Santa Rosa do Piauí (PI)			SHM		SHM		530	7.763	1,47
Brejo (MA)		SHM				SHM	710	6.103	0,86
Magalhães de Almeida (MA)		SHS				SHM	690	3.738	0,54

V6: seis folhas completas, V8: oito folhas completas; VT: pendoamento; R3: grãos pastosos; R4: grãos farináceos; R5: grãos farináceo-duros; R6: maturidade fisiológica; SHM: estresse hídrico severo (29 dias sem chuva); SHM: estresse hídrico moderado (6 dias sem chuva); P: precipitação pluviométrica (mm) no período da semeadura-maturidade fisiológica dos grãos; PG: produtividade de grãos; EUA: eficiência de uso da água.

Fonte: Adaptada de Ritchie et al. (1993).

Os caracteres agronômicos avaliados foram: altura da planta; altura de inserção da espiga; produção de grãos por planta; produtividade de grãos a 14% de umidade; e eficiência de uso da água, obtida pela relação da

produtividade de grãos e da precipitação pluviométrica registrada durante o período compreendido entre a semeadura e a maturidade fisiológica dos grãos (Ritchie et al., 1993). O peso de grãos por planta foi determinado dividindo-se a produção de grãos pelo número de plantas da área útil; a produtividade de grãos (kg ha^{-1}) foi calculada por $\text{PG} = (10.000 \text{ m}^2 \times \text{PGC kg})/\text{área útil da parcela (m}^2\text{)}$, em que o PGC é o peso de grãos da área útil da parcela corrigido para 14% de umidade.

A análise de variância foi feita em conformidade com a metodologia proposta por Pimentel-Gomes (2009) e Zimmermann (2014), utilizando-se o software SAS (SAS Institute, 2015).

Resultados e Discussão

Em todas as características estudadas, observou-se efeito significativo da interação local versus tratamentos, mostrando o comportamento diferenciado dos genótipos em frente aos ambientes (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios da produtividade de grãos (PG), eficiência de uso da água (EUA), produção de grãos por planta (PGP), altura da planta (AP) e altura de inserção da espiga (AE) de genótipos de milho no Meio-Norte brasileiro, ano agrícola 2017/2018.

	Quadrado Médio				
	PG	EUA	PGP	AP	AE
Local (L)	106300326,00**	0,5766**	16038,00**	77497,00**	47739,00**
Tratamento (T)	6546037,00**	0,0302**	1049,70**	1137,00**	566,00**
Bloco	374412,00	0,0144	9,90	165,00	152,00
L x T	2004075,00**	0,0002**	306,50**	364,00*	224,00*
Erro	482570,00	0,0012	88,70	258,00	148,00
CV(%)	9,33	5,66	9,91	8,13	12,12

**($P < 0,01$) Significativo pelo teste F a 1% de probabilidade; *($P < 0,05$) Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade; PG: produtividade de grãos; EUA: eficiência de uso da água; PGP: produção de grãos por planta; AP: altura da planta; AE: altura de inserção da espiga.

As precipitações pluviométricas ocorridas durante o ciclo da cultura foram suficientes para os genótipos de milho expressarem seus potenciais produtivos. No entanto, verificou-se estresse hídrico variando de moderado a severo durante as fases de desenvolvimento e crescimento da cultura, conforme apresentado na Tabela 3. No município de Magalhães de Almeida, MA, ocorreram estresses hídricos em decorrência do período de 30 dias sem chuva, principalmente no período compreendido entre as fases V6 (sexta folha completa) até R1 (estilo-estigma visível) e estresse moderado devido à ocorrência de 6 dias sem chuva durante as fases R5 a R6 (grãos farináceo-duros a maturidade fisiológica dos grãos). Essas fases, mormente a do florescimento, são bastante sensíveis à deficiência hídrica, o que compromete a produtividade de grãos, (Bergamaschi et al., 2004).

No município de Brejo, MA, o estresse hídrico moderado ocorreu durante os estádios compreendidos entre VT e R5 a R6, ao passo que no município de Teresina, PI, foram observados dois períodos com estresse hídrico com duração de 6 dias sem chuva durante os estádios de desenvolvimento compreendidos entre V6 e V8 (seis a oito folhas completas) e no R4 (grãos farináceos), enquanto no município de Santa Rosa do Piauí, PI, esse estresse ocorreu quando as plantas se encontravam nos estádios R3 (três folhas completas) e R5 (cinco folhas completas) de desenvolvimento.

As características agronômicas dos diferentes genótipos avaliadas nos diversos locais se encontram apresentadas nas Tabelas 5 a 8; a distribuição dos genótipos em relação à produtividade de grãos média do ensaio, nas Figuras 1 a 4. A partir dessas tabelas, percebe-se que o local está relacionado ao estresse hídrico, cujo maior decréscimo foi observado no município de Magalhães de Almeida, MA (longo estresse hídrico severo em fases críticas da cultura), em que a média de produtividade de grãos foi de 3.738 kg ha^{-1} , cujos 19 genótipos produziram acima dessa média e 13 apresentaram produtividade de grãos acima de 4.000 kg ha^{-1} (Tabela 5; Figura 1).

Tabela 5. Características agrônômicas de 36 genótipos de milho no município de Magalhães de Almeida, MA. Ano agrícola 2017/2018.

Parcela	Genótipo	PG	EUA	PGP	AP	AE
1	BRS 1055-BRS4107	4.377 a	0,63 a	55 a	180	70
2	SINT10771BRS4107	3.452 b	0,50 b	44 b	215	75
3	Sint 10717	3.292 b	0,48 b	42 b	185	75
4	Sint 10795-BRS4105	3.201 b	0,46 b	43 b	190	70
5	UFVM100(HS)C1	3.394 b	0,49 b	48 b	190	70
6	Potiguar-G13	3.326 b	0,48 b	46 b	180	70
7	BRS Gorutuba	2.746 b	0,40 b	38 b	170	60
8	CAPO	3.190 b	0,46 b	43 b	165	65
9	BR5037-Cruzeta-G19	3.375 b	0,49 b	46 b	175	65
10	HTC-SP1	3.904 a	0,57 a	52 a	200	75
11	HTCms-CAPO	3.973 a	0,58 a	51 a	215	80
12	HTC771	4.133 a	0,60 a	53 a	170	65
13	HTC717	4.067 a	0,59 a	52 a	220	80
14	HTC795	3.450 b	0,50 b	46 b	175	60
15	HTC707	4.129 a	0,60 a	55 a	180	70
16	HTC781	3.995 a	0,58 a	55 a	190	75
17	HSmsxHTMV1	4.246 a	0,62 a	58 a	200	75
18	HI(77xHTMV1)	4.069 a	0,59 a	56 a	190	65
19	PC0904	4.007 a	0,58 a	54 a	190	65
20	IPR164	4.142 a	0,60 a	55 a	160	55
21	PC0905	4.104 a	0,59 a	56 a	195	75
22	H(707xHTMV1)	4.384 a	0,64 a	59 a	200	65
23	HTC697	4.179 a	0,61 a	57 a	170	60
24	Sint.Super prec1	3.320 b	0,48 b	46 b	175	65
25	BRS3046	3.530 b	0,51 b	49 b	170	60
26	HTCms15672	4.207 a	0,61 a	58 a	165	65
27	MC 50	3.180 b	0,46 b	44 b	180	65
28	MC 20	3.200 b	0,46 b	43 b	190	70
29	MC60	3.573 b	0,52 b	50 a	170	65
30	AL 2015	3.342 b	0,48 b	46 b	180	65

Continua...

Tabela 5. Continuação.

Parcela	Genótipo	PG	EUA	PGP	AP	AE
31	AL AVARÉ	3.428 b	0,50 b	48 b	180	65
32	98CV02	4.000 a	0,58 a	54 a	170	70
33	HIV 473451	4.021 a	0,58 a	55 a	180	70
34	HIV 2564260	4.133 a	0,60 a	54 a	175	65
35	BR2121QPM	3.476 b	0,50 b	49 b	180	65
36	UFM200(HS)C1	4.015 a	0,58 a	55 a	195	70
Média		3.737,78	0,54	50,42	183,75	67,92
Teste F		**	**	**	ns	ns
CV		5,62	5,62	5,64	9,11	13,01

** ($P < 0,01$) e ns ($P > 0,05$), respectivamente, significativo a 1% e não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. Na coluna, médias seguidas da mesma letra são iguais pelo teste de Scott-Nott. PG: produtividade de grãos (kg ha^{-1}); EUA: eficiência de uso da água (kg m^{-3}); PGP: produção de grãos por planta (g); AP: altura da planta (cm); AE: altura de inserção da espiga (cm); CV: coeficiente de variação (%). Produtividade de grãos média dos locais: 6.515 kg ha^{-1} . Eficiência de uso da água: $1,07 \text{ kg m}^{-3}$.

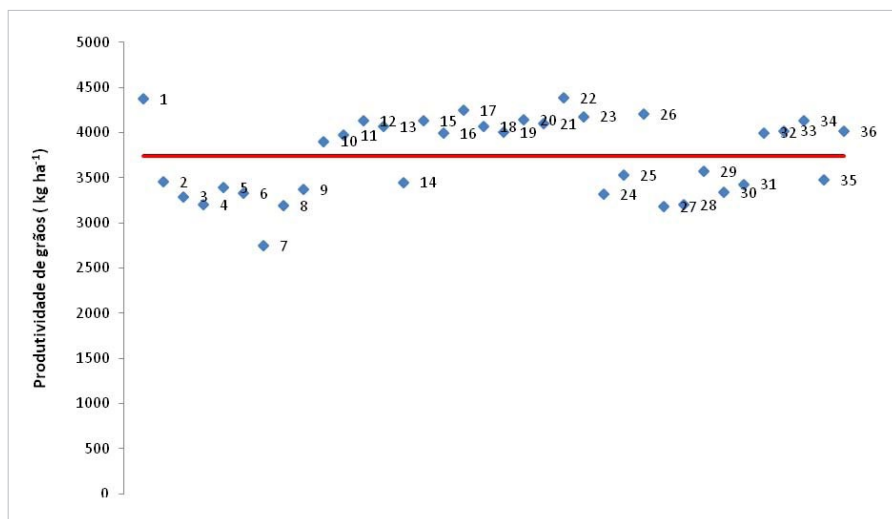


Figura 1. Produtividade de grãos média de 36 genótipos de milho no município de Magalhães de Almeida, MA. Ano agrícola 2017/2018. Os números identificam o genótipo na Tabela 5.

A deficiência hídrica, antes e durante o florescimento, contribui para um retardamento no florescimento feminino, proporcionando um acréscimo do intervalo entre os florescimentos masculino e feminino, o que está altamente correlacionado com a diminuição da produtividade de grãos em condições de estresse hídrico (Bolanos; Edmeades, 1993; Cárcova et al., 2000; Betrán et al., 2003; Lima, 2006).

Em Brejo, MA, ocorreu uma deficiência hídrica moderada na fase do pendoamento e entre os estádios de grãos farináceos duros para o estágio de maturidade fisiológica dos grãos (Tabela 3). Nesse ambiente, 18 genótipos apresentaram produtividade de grãos superior à média do ensaio que foi estimada em 6.103 kg ha⁻¹, enquanto oito apresentaram produtividade superior a 7.000 kg ha⁻¹, conforme pode ser visto na Tabela 6 e na Figura 2, respectivamente.

Tabela 6. Características agrônômicas de 36 genótipos de milho no município de Brejo, MA. Ano agrícola 2017/2018.

Parcela	Genótipo	PG	EUA	PGP	AP	AE
1	BRS 1055-BRS4107	6.685 b	0,94 b	88 a	155 b	66
2	SINT10771BRS4107	5.764 c	0,81 c	69 b	164 a	77
3	Sint 10717	5.597 c	0,79 c	74 b	164 a	71
4	Sint 10795-BRS4105	7.777 a	1,10 a	96 a	145 b	72
5	UFVM100(HS)C1	5.670 c	0,80 c	70 b	177 a	70
6	Potiguar-G13	4.774 d	0,67 d	57 b	181 a	78
7	BRS Gorutuba	4.447 d	0,63 d	57 b	146 b	62
8	CAPO	3.458 e	0,49 e	47 b	133 b	58
9	BR5037-Cruzeta-G19	5.055 d	0,71 d	67 b	191 a	82
10	HTC-SP1	7.234 b	1,02 b	92 a	147 b	74
11	HTCms-CAPO	5.473 c	0,77 c	69 b	138 b	69
12	HTC771	6.285 b	0,89 b	80 a	150 b	60
13	HTC717	6.456 b	0,91 b	81 a	147 b	72
14	HTC795	5.653 c	0,80 c	72 b	147 b	69

Continua...

Tabela 6. Continuação.

Parcela	Genótipo	PG	EUA	PGP	AP	AE
15	HTC707	6.950 b	0,98 b	91 a	134 b	66
16	HTC781	7.157 b	1,01 b	88 a	141 b	65
17	HSmsxHTMV1	5.127 d	0,72 d	69 b	155 b	60
18	HI(77xHTMV1)	7.058 b	0,99 b	92 a	173 a	67
19	PC0904	8.332 a	1,17 a	104 a	184 a	78
20	IPR164	6.374 b	0,90 b	80 a	188 a	76
21	PC0905	6.105 c	0,86 c	79 a	173 a	63
22	H(707xHTMV1)	8.184 a	1,15 a	98 a	165 a	80
23	HTC697	6.523 b	0,92 b	84 a	153 b	78
24	Sint.Super prec1	2.931 d	0,41 d	40 b	152b	66
25	BRS3046	6.982 b	0,98 b	89 a	160 b	82
26	HTCms15672	7.006 b	0,99 b	95 a	177 a	94
27	MC 50	4.881 d	0,69 d	63 b	160 b	68
28	MC 20	5.237 d	0,74 c	67 b	165 a	72
29	MC60	6.476 b	0,91 b	85 a	168 a	83
30	AL 2015	6.002 c	0,85 c	79 a	157 b	74
31	AL AVARÉ	5.799 c	0,82 c	76 a	177 a	85
32	98CV02	7.070 b	1,00 b	94 a	187 a	93
33	HIV 473451	7.408 b	1,04 a	93 a	168 a	69
34	HIV 2564260	6.084 d	0,86 c	78 a	158 b	73
35	BR2121QPM	4.712 d	0,66 d	64 b	167 a	80
36	UFM200(HS)C1	6.970 b	0,98 b	93 a	167 a	69
Média		6.102,67	0,86	78,33	161,50	72,81
Teste F		**	**	**	**	ns
CV		8,16	8,15	12,78	6,62	13,50

** ($P < 0,01$) e ns ($P > 0,05$), respectivamente, significativo a 1% e não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. Na coluna, médias seguidas da mesma letra são iguais pelo teste de Scott-Nott. PG: produtividade de grãos (kg ha^{-1}); EUA: eficiência de uso da água (kg m^{-3}); PGP: produção de grãos por planta (g); AP: altura da planta (cm); AE: altura de inserção da espiga (cm); CV: coeficiente de variação (%). Produtividade de grãos média dos locais: 6.515 kg ha^{-1} . Eficiência de uso da água: $1,07 \text{ kg m}^{-3}$.

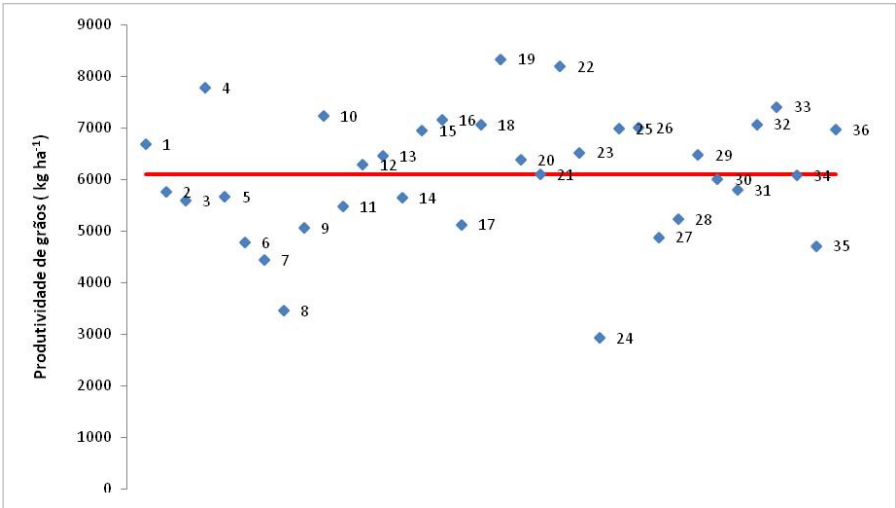


Figura 2. Produtividade de grãos média de 36 genótipos de milho no município de Brejo, MA. Ano agrícola 2017/2018. Os números identificam o genótipo na Tabela 6 .

No estado do Piauí, observou-se que no experimento conduzido no município de Teresina ocorreu deficiência hídrica moderada nas fases vegetativas de seis folhas para oito folhas completas e na fase de grãos farináceos (Tabela 3). A produtividade média de grãos foi estimada em 8.470 kg ha⁻¹, com 18 genótipos produzindo acima dessa média, mas apresentaram produtividade de grãos superior aos 9.000 kg ha⁻¹ (Tabela 7; Figura 3).

Tabela 7. Características agrônômicas de 36 genótipos de milho no município de Teresina, PI. Ano agrícola 2017/2018.

Parcela	Genótipo	PG	EUA	PGP	AP	AE
1	BRS 1055-BRS4107	13.629	2,27 a	178 a	231 a	115 a
2	SINT10771BRS4107	11.454	1,91 b	151 b	244 a	145 a
3	Sint 10717	10.516	1,75 c	128 c	228 a	120 a
4	Sint 10795-BRS4105	8.463 c	1,41c	108 c	209 a	100 b
5	UFVM100(HS)C1	7.949 d	1,32 d	106 c	238 a	150 a

Continua...

Tabela 7. Continuação.

Parcela	Genótipo	PG	EUA	PGP	AP	AE
6	Potiguar-G13	7.274 d	1,21 d	92 d	230 a	139 a
7	BRS Gortuba	7.128 d	1,19 d	86 d	203 b	115 a
8	CAPO	5.437 e	0,91 e	70 e	185 b	101 b
9	BR5037-Cruzeta-G19	7.875 d	1,31 d	102 d	269 a	150 a
10	HTC-SP1	6.643 e	1,11 e	84 d	210 a	118 a
11	HTCms-CAPO	7.509 d	1,25 d	100 d	225 a	130 a
12	HTC771	9.068 c	1,51 c	111 c	210 a	113 a
13	HTC717	9.292 c	1,55 c	112 c	255 a	131 a
14	HTC795	9.748 c	1,62 c	117 c	210 a	94 b
15	HTC707	8.694 c	1,45 c	106 c	198 b	89 b
16	HTC781	8.438 c	1,41 c	109 c	203 b	98 b
17	HSmsxHTMV1	8.820 c	1,47 c	110 c	210 a	113 a
18	HI(77xHTMV1)	8.693 c	1,45 c	111 c	248 a	115 a
19	PC0904	9.948 c	1,66 c	121 c	259 a	125 a
20	IPR164	7.374 d	1,23 d	97 d	219	115 a
21	PC0905	6.646 e	1,11 e	86 d	198 b	110 a
22	H(707xHTMV1)	9.336 c	1,56 c	117 c	212 a	118 a
23	HTC697	7.571 d	1,26 d	92 d	200 b	115 a
24	Sint.Super prec1	5.428 e	0,90 e	66 e	201 b	113 a
25	BRS3046	8.860 c	1,48 c	115 c	224 a	125 a
26	HTCms15672	8.475 c	1,41 c	110	225 a	135 a
27	MC 50	8.007 d	1,33 d	101 c	240 a	150 a
28	MC 20	5.952 e	0,99 e	74 e	215 a	120 a
29	MC60	7.975 d	1,33 d	105 c	235 a	116 a
30	AL 2015	9.571 c	1,60 c	119 c	228 a	125 a
31	AL AVARÉ	8.408 c	1,40 c	109 c	253 a	149 a

Continua...

Tabela 7. Continuação.

Parcela	Genótipo	PG	EUA	PGP	AP	AE
32	98CV02	9.862 c	1,64 c	128 c	273 a	170 a
33	HIV 473451	8.882 c	1,48 c	111 c	224 a	130 a
34	HIV 2564260	9.698 c	1,62 c	120 c	255 a	151 a
35	BR2121QPM	7.720 d	1,29 d	98 e	218 a	121 a
36	UFM200(HS)C1	8.570 c	1,43 c	110 c	215 a	121 a
Média		8.469,81	1,41	107,22	225,00	123,47
Teste F		**	**	**	*	*
CV		9,08	9,08	9,18	10,40	13,85

** (P<0,01), * (P<0,05) e ns (P>0,05), respectivamente, significativos a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F. Na coluna, médias seguidas da mesma letra são iguais pelo teste de Scott-Nott. PG: produtividade de grãos (kg ha⁻¹); EUA: eficiência de uso da água (kg m⁻³); PGP: produção de grãos por planta (g); AP: altura da planta (cm); AE: altura de inserção da espiga (cm); CV: coeficiente de variação (%). Produtividade de grãos média dos locais: 6.515 kg ha⁻¹. Eficiência de uso da água: 1,07 kg m⁻³.

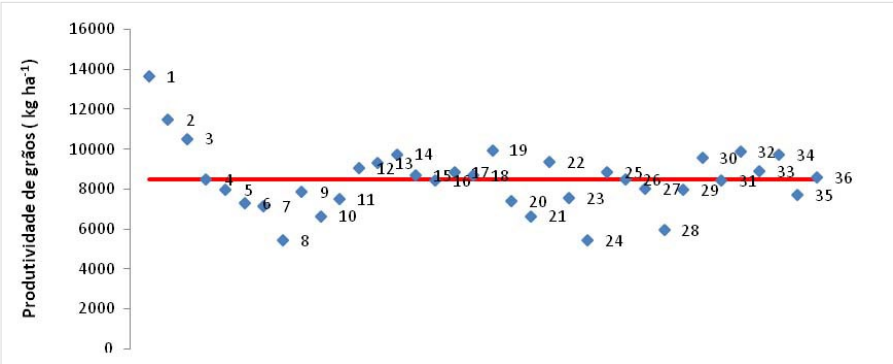


Figura 3. Produtividade de grãos média de 36 genótipos de milho no município de Teresina, PI. Ano agrícola 2017/2018. Os números identificam o genótipo na Tabela 7.

Nos experimentos conduzidos no município de Santa Rosa do Piauí, PI, a ocorrência de estresses hídricos se deu durante as fases reprodutivas de grãos pastosos e farináceo-duros, com produtividade média de grãos estimada em 7.763 kg ha⁻¹, cujos 18 genótipos produziram acima dessa média e 16 apresentaram produtividade de grãos superior aos 8.000 kg ha⁻¹ (Tabela 8; Figura 4).

Tabela 8. Características agronômicas de 36 genótipos de milho no município de Santa Rosa do Piauí, PI. Ano agrícola 2017/2018.

Parcela	Genótipo	PG	EUA	PGP	AP	AE
1	BRS 1055-BRS4107	8.101 ^b	1,53 b	108 a	199 b	94 b
2	SINT10771BRS4107	8.544 b	1,61 b	117 a	223 a	109 a
3	Sint 10717	6.833 c	1,29 c	91 b	214 a	110 a
4	Sint 10795-BRS4105	7.701 b	1,45 b	99 a	221 a	109 a
5	UFVM100(HS)C1	7.255 c	1,37 c	92 b	216 a	116 a
6	Potiguar-G13	6.078 d	1,15 d	80 b	223 a	106 a
7	BRS Gorutuba	5.906 d	1,11 d	79 b	173 c	82 c
8	CAPO	5.294 d	1,00 d	67 b	167 c	70 c
9	BR5037-Cruzeta-G19	6.929 c	1,31 c	89 b	195 b	104 a
10	HTC-SP1	7.342 c	1,39 c	88 b	200 b	106 a
11	HTCms-CAPO	7.820 b	1,48 b	102 a	189 b	94 b
12	HTC771	9.783 a	1,85 a	123 a	211 a	112 a
13	HTC717	9.447 a	1,78 a	113 a	214 a	109 a
14	HTC795	8.918 a	1,68 a	113 a	215 a	112 a
15	HTC707	9.096 a	1,72 a	111 a	207 a	108 a
16	HTC781	7.246 c	1,37 c	94 b	210 a	105 a
17	HSmsxHTMV1	8.201 b	1,55 b	108a	182 c	101 a
18	HI(77xHTMV1)	9.251 a	1,75 a	120	213 a	102 a
19	PC0904	8.903 a	1,68 a	114 a	202 b	110 a
20	IPR164	8.811 a	1,66 a	110 a	219 a	111 a
21	PC0905	8.046 b	1,52 b	103 a	225 a	119 a
22	H(707xHTMV1)	8.534 b	1,61 b	109 a	211 a	109 a
23	HTC697	7.580 c	1,43 c	96 b	202 b	109 a
24	Sint.Super prec1	8.199 b	1,55 b	105 a	203 b	104 a
25	BRS3046	8.024 b	1,51 b	101 a	211 a	101 a
26	HTCms15672	9.753 a	1,84 a	120 a	207 a	109 a
27	MC 50	7.010 c	1,32 c	91 b	233 a	113 a
28	MC 20	6.416 d	1,21 d	81 b	223 a	120 a
29	MC60	6.279 d	1,18 d	84 b	202 b	106 a
30	AL 2015	7.062 c	1,33 c	92 b	191 b	96 b

Continua...

Tabela 8. Continuação.

Parcela	Genótipo	PG	EUA	PGP	AP	AE
31	AL AVARÉ	8.406 b	1,59 b	108 a	216 a	109 a
32	98CV02	7.754 b	1,46 b	98 a	211 a	118 a
33	HIV 473451	7.142 c	1,35 c	90 b	220 a	114 a
34	HIV 2564260	7.672 b	1,45 b	101 a	232 a	116 a
35	BR2121QPM	6.097 d	1,15 d	80 b	197 b	94 b
36	UFM200(HS)C1	8.032 b	1,52 b	104 a	192 b	95 b
Média		7.762,92	1,47	99,47	207,47	105,61
Teste F		**	**	**	**	**
CV		7,91	7,88	8,35	5,16	7,16

** (P<0,01) significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. Na coluna, médias seguidas da mesma letra são iguais pelo teste de Scott-Nott. PG: produtividade de grãos (kg ha⁻¹); EUA: eficiência de uso da água (kg m⁻³); PGP: produção de grãos por planta (g); AP: altura da planta (cm); AE: altura de inserção da espiga (cm); CV: coeficiente de variação (%). Produtividade de grãos média dos locais: 6.515 kg ha⁻¹. Eficiência de uso da água: 1,07 kg m⁻³.

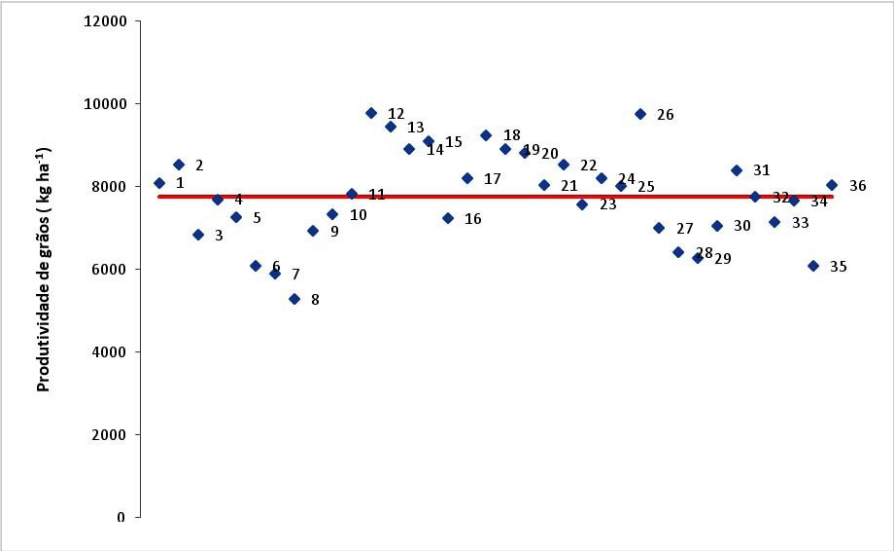


Figura 4. Produtividade de grãos média de 36 genótipos de milho no município de Santa Rosa do Piauí, PI. Ano agrícola 2017/2018. Os números identificam o genótipo na Tabela 8.

A partir das observações contidas nas Tabelas 4 a 8 e nas Figuras 1 a 4 e considerando a produtividade de grãos média de todos os locais estimada em 6.515 kg ha⁻¹, 20 genótipos produziram acima dessa média e dez apresentaram produtividade de grãos média acima de 7.000 kg ha⁻¹ (Tabela 9; Figuras 5 e 6). Os componentes de produção de grãos por planta, alturas de plantas e alturas de inserção da espiga foram afetados pelos estresses hídricos com menores valores nos municípios de Magalhães de Almeida e Brejo, MA (Tabelas 5 a 8).

Tabela 9. Produtividade de grãos (kg ha⁻¹) de 36 genótipos de milho em quatro locais do Meio-Norte brasileiro. Ano agrícola 2017/2018.

Parcela	Genótipo	Teresina	Santa Rosa do Piauí	Brejo	Magalhães de Almeida	Conjunta
1	BRS 1055-BRS4107	13.629 a	8.101 b	6.685 b	4.377 a	8.198
2	SINT10771-BRS4107	11.454 b	8.544 b	5.764 c	3.452 b	7.304
3	Sint 10717	10.516 c	6.833 c	5.597 c	3.292 b	6.560
4	Sint 10795-BRS4105	8.463 c	7.701 b	7.777 a	3.201 b	6.786
5	UFVM100(HS)C1	7.949 d	7.255 c	5.670 c	3.394 b	6.007
6	Potiguar-G13	7.274 d	6.078 d	4.774 d	3.326 b	5.363
7	BRS Gorutuba	7.128 d	5.906 d	4.447 d	2.746 b	5.057
8	CAPO	5.437 e	5.294 d	3.458 e	3.190 b	4.345
9	BR5037-Cruzeta-G19	7.875 d	6.929 c	5.055 d	3.375 b	5.809
10	HTC-SP1	6.643 e	7.342 c	7.234 b	3.904 a	6.281
11	HTCMS-CAPO	7.509 d	7.820 b	5.473 c	3.973 a	6.194
12	HTC771	9.068 c	9.783 a	6.285 b	4.133 a	7.317
13	HTC717	9.292 c	9.447 a	6.456 b	4.067 a	7.316
14	HTC795	9.748 c	8.918 a	5.653 c	3.450 b	6.937
15	HTC707	8.694 c	9.096 a	6.950 b	4.129 a	7.217
16	HTC781	8.438 c	7.246 c	7.157 b	3.995 a	6.700

Continua...

Tabela 9. Continuação.

Parcela	Genótipo	Teresina	Santa Rosa do Piauí	Brejo	Magalhães de Almeida	Conjunta
17	HSmxHTMV1	8.820 c	8.201 b	5.127 d	4.246 a	6.599
18	HI(77xHTMV1)	8.693 c	9.251 a	7.058 b	4.069 a	7.268
19	PC0904	9.948 c	8.903 a	8.332 a	4.007 a	7.738
20	IPR164	7.374 d	8.811 a	6.374 b	4.142 a	6.675
21	PC0905	6.646 e	8.046 b	6.105 c	4.104 a	6.226
22	H(707xHTMV1)	9.336 c	8.534 b	8.184 a	4.384 a	7.610
23	HTC697	7.571 d	7.580 c	6.523 b	4.179 a	6.463
24	Sint.Super prec1	5.428 e	8.199 b	2.931 d	3.320 b	4.970
25	BRS3046	8.860 c	8.024 b	6.982 b	3.530 b	6.849
26	HTCMS15672	8.475 c	9.753 a	7.006 b	4.207 a	7.360
27	MC 50	8.007 d	7.010 c	4.881 d	3.180 b	5.770
28	MC 20	5.952 e	6.416 d	5.237 d	3.200 b	5.201
29	MC60	7.975 d	6.279 d	6.476 b	3.573 b	6.076
30	AL 2015	9.571 c	7.062 c	6.002 c	3.342 b	6.494
31	AL AVARÉ	8.408 c	8.406 b	5.799 c	3.428 b	6.510
32	98CV02	9.862 c	7.754 b	7.070 b	4.000 a	7.172
33	HIV 473451	8.882 c	7.142 c	7.408 b	4.021 a	6.863
34	HIV 2564260	9.698 c	7.672 b	6.084 d	4.133 a	6.897
35	BR2121QPM	7.720 d	6.097 d	4.712 d	3.476 b	5.501
36	UFM200(HS)C1	8.570 c	8.032 b	6.970 b	4.015 a	6.897
Média		8.469,81	7.762,92	6.102,67	3.737,78	6.515
Teste F		**	**	**	**	
CV		9,08	7,91	8,16	5,62	

** (P<0,01), * (P<0,05) e ns (P>0,05), respectivamente, significativos a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F. Na coluna, médias seguidas da mesma letra são iguais pelo teste de Scott-Nott. CV: coeficiente de variação (%).

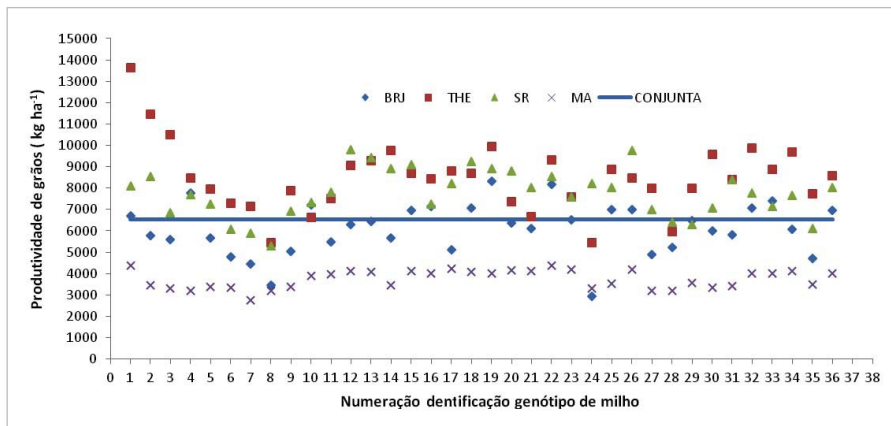


Figura 5. Produtividade de grãos média de 36 genótipos de milho em quatro locais do Meio-Norte do Brasil. Ano agrícola 2017/2018. Os números identificam o genótipo na Tabela 9.

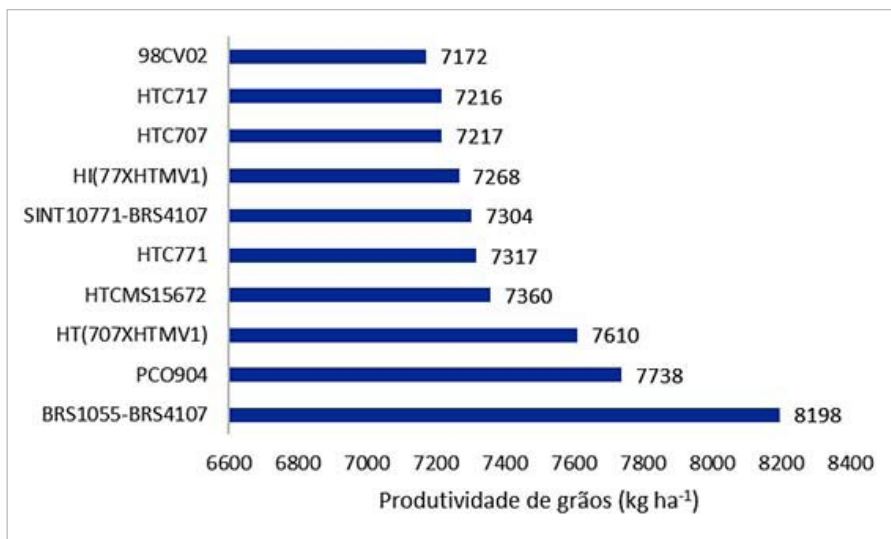


Figura 6. Produtividade de grãos média (> 7.000 kg ha⁻¹) de dez genótipos de milho submetidos a quatro locais do Meio-Norte do Brasil em relação à média geral (6.515 kg ha⁻¹).

As maiores produtividades de grãos, acima da média dos locais, foram observadas nos municípios de Teresina, PI (29,94%) e Santa Rosa do Piauí, PI (19,10%), onde foi verificado estresse hídrico moderado nas fases V6-V8 e R4 (Teresina, PI) e R3 e R5 (Santa Rosa do Piauí, PI). No município de Brejo, MA, onde ocorreu estresse hídrico moderado nas fases VT e R5 e R6, foi observada redução de 6,37% em relação à média dos ambientes e de 42,65% (estresse hídrico severo na fase V6-VT e moderado na fase R5-R6) no município de Magalhães de Almeida, MA. Em todos os locais, a eficiência de uso da água foi afetada pelo estresse hídrico, em que variou em média de 1,42 kg m⁻³ (Teresina, PI) a 0,54 kg m⁻³ (Magalhães de Almeida, MA).

Estudos experimentais em situações climáticas contrastantes, principalmente envolvendo deficiência hídrica, são importantes para observar e identificar materiais com tolerância à seca, podendo trazer melhorias no crescimento, desenvolvimento e produtividade de uma cultura em regiões com limitação hídrica (Welcker et al., 2007; Li et al., 2009).

Conclusões

Os locais estudados apresentam potencialidades para o cultivo do milho. Em situação de restrições hídricas severas, os genótipos de milho (BRS 1055-BRS 4107, H(707 x HTMV1, HSms x HTMV1 e HTCms 15672 destacam-se com produtividade de grãos acima de 4.000 kg ha⁻¹.

O estresse hídrico na fase de florescimento do milho afeta os componentes de rendimento, produção de grãos por planta, alturas da planta e da espiga e eficiência de uso da água com repercussão na produtividade de grãos.

Em situação de estiagem longa durante o período crítico (V6-VT), a produtividade de grãos média é reduzida em 42,65% enquanto em uma moderada estiagem é de 6,37%.

Referências

- ANDRADE, C. de L. T. de; ALBUQUERQUE, P. E. P. de; BRITO, R. A. L. Irrigação. In: PEREIRA FILHO, I. A. (ed.). **Cultivo do milho**. 9. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2015. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção, 1). Disponível em: <https://bit.ly/2UtPFCq>. Acesso em: 15 jan. 2021.
- BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; BERGONCI, J. I.; BIANCHI, C. A. M.; MÜLLER, A. G.; COMIRAN, F.; HECKLER, B. M. M. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 9, p. 831-839, set. 2004.
- BERGAMASCHI, H.; RADIN, B.; ROSA, L. M. G.; BERGONCI, J. I.; ARAGONÉS, R.; SANTOS, A. O.; FRANÇA, S.; LANGENSIEPEN, M. Estimating maize water requirements using agrometeorological data. **Revista Argentina de Agrometeorologia**, v. 1, n. 1, p. 23-27, 2001.
- BERGONCI, J. I.; BERGAMASCHI, H.; SANTOS, A. O.; FRANCA, S.; RADIN, B. Eficiência da irrigação em rendimento de grãos e matéria seca de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 7, p. 949-56, jul. 2001.
- BETRÁN, F. J.; BECK, D.; BÄNZIGER, M.; EDMEADES, G. O. Secondary traits in parental inbreds and hybrids under stress and non-stress environments in tropical maize. **Field Crops Research**, v. 83, n. 1, p. 51-65, 2003.
- BOLAÑOS, J.; EDMEADES, G. O. Eight cycles of selection for drought tolerance in lowland tropical maize. II. Responses in reproductive behavior. **Field Crops Research**, v. 31, n. 3-4, p. 253-268, 1993.
- CÁRCOVA, J.; URIBELARREA, M.; BORRÁS, L.; OTEGUI, M. E.; WESTGATE, M. E. Synchronous pollination within and between ears improves kernel set in maize. **Crop Science**, v. 40, n. 4, p. 1056-1061, 2000.
- FANCELLI, A. L. **Tecnologia de produção de milho: ecofisiologia e fenologia**. Piracicaba: Aldeia Norte, 2002. 42 p. (Curso de atualização à distância, módulo, 1).
- LI, Y.; SPERRY, J. S.; SHAO, M. Hydraulic conductance and vulnerability to cavitation in corn (*Zea mays* L.) hybrids of differing drought resistance. **Environmental and Experimental Botany**, v. 66, n. 2, p. 341-346, 2009.
- LIMA, J. L. **Controle genético do florescimento em milho**. 2006. 56 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, E. **Fisiologia do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 32 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 22).

MATZENAUER, R. **Modelos agrometeorológicos para estimativa do rendimento de milho, em função da disponibilidade hídrica no Estado do Rio Grande do Sul**. 1994. 172 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MELO, F. de B.; ANDRADE JUNIOR, A. S. de; PESSOA, B. L. de O. **Levantamento, zoneamento e mapeamento pedológico detalhado da área experimental da Embrapa Meio-Norte em Teresina, PI**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2014. 47 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 231).

NICKELL, L. G. (ed.). **Plant growth regulating chemicals**. Boca Raton: CRC Press, 1983. v. 2.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15. ed. Piracicaba: ESALQ, 2009. 451 p. (Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, 15).

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1993. 21 p. (Special report, 48).

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT® 14.1 user's guide**. Cary, 2015. Disponível em: <http://support.sas.com/documentation/cdl/en/statug/68162/PDF/default/statug.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2021.

SHAO, H. B.; CHU, L. Y.; JALEEL, C. A.; ZHAO, C. X. Water-deficit stress induced anatomical changes in higher plants. **Comptes Rendus Biologies**, v. 331, n. 3, p. 215-225, 2008.

WELCKER, C.; BOUSSUGE, B.; BENCIVENNI, C.; RIBAUT, M.; TARDIEU, F. Are source and sink strengths genetically linked in maize plants subjected to water deficit?: a QTL study of the responses of leaf growth and of Anthesis-Silking Interval to water deficit. **Journal of Experimental Botany**, v. 58, n. 2, p. 339-349, 2007.

ZIMMERMANN, F. J. P. **Estatística aplicada à pesquisa agrícola**. 2. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa; Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2014. 582 p.



Meio-Norte

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL